

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
12. September 2003 (12.09.2003)

PCT

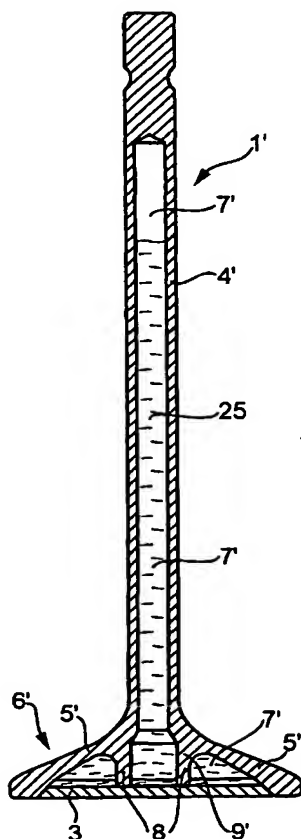
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/074843 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F01L 3/14**, (71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **DAIMLERCHRYSLER AG** [DE/DE]; Epplestrasse 225, 70567 Stuttgart (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP03/02178** (72) **Erfinder; und**
- (22) Internationales Anmeldedatum: **4. März 2003 (04.03.2003)** (75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **BOSLER, Arndt** [DE/DE]; Störzbachstrasse 23, 70191 Stuttgart (DE). **JOOS, Rainer** [DE/DE]; Buchenweg 7, 71394 Kernen (DE). **NOWOTNI, Detlef** [DE/DE]; Uracher Strasse 67, 72582 Grabenstetten (DE).
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch** (74) **Anwälte: NÄRGER, Ulrike** usw.; DaimlerChrysler AG, Intellectual Property Management, IPM-C106, 70546 Stuttgart (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch** (81) **Bestimmungsstaat (national):** US.
- (30) Angaben zur Priorität: **102 09 770.4** **5. März 2002 (05.03.2002)** **DE**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **LIGHTWEIGHT VALVE**

(54) Bezeichnung: **LEICHTBAUVENTIL**



(57) **Abstract:** The invention relates to a lightweight valve that consists of a valve base, the latter comprising a valve stem and a hollow valve cone, and a valve head cover, whereby the valve base is linked with the valve head cover by means of a material-displacing welding method. A weight-reducing cavity is defined between the valve cone and the valve head cover in the assembled state of the valve, said cavity being provided with a stability-enhancing support structure. Suitable welding methods are projection welding, capacitor discharge welding and friction welding.

(57) **Zusammenfassung:** Ein Leichtbauventil besteht aus einem Ventilkörper - der seinerseits den Ventilschaft und den hohlen Ventilkegel umfasst - und einem Ventiltellerdeckel, wobei der Ventilkörper mit Hilfe eines materialverdrängenden Schweissverfahrens mit dem Ventiltellerdeckel verbunden ist. Zwischen Ventilkegel und Ventiltellerdeckel ist in Zusammenbauweise des Ventils einen gewichtsreduzierender Hohlraum ausgebildet, welcher mit einer festigkeits-erhöhenden Stützstruktur versehen ist. Als Schweissverfahren können insbesondere das Buckelschweissen, das Kondensator-Entladungsschweissen und das Reibschweissen eingesetzt werden.

BEST AVAILABLE COPY

WO 03/074843 A1



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

### Leichtbauventil

Die Erfindung geht aus von einem Leichtbauventil nach dem Oberbegriff des Patentanspruch 1, wie es beispielsweise aus der DE 198 04 053 A1 als bekannt hervorgeht. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Leichtbauventils nach dem Oberbegriff des Patentanspruch 5.

Durch den Einsatz gewichtsoptimierter Ventile in Verbrennungsmaschinen können die Reibleistungsverluste im Ventiltrieb erheblich vermindert werden. Dies ist insbesondere bei Verbrennungsmotoren mit hohen Drehzahlen bedeutend, spielt aber auch eine wichtige Rolle bei alternativen Ventiltriebssystemen, die nicht auf einer herkömmlichen Nockenwellensteuerung basieren. Neben der Verwendung leichter Werkstoffe (wie z.B. Siliziumnitrid-Keramik, Titan-, Aluminiumlegierungen oder Titanaluminiden) kann das Ventilgewicht insbesondere durch die Einbringung von Hohlräumen in den Ventilschaft und/oder in den Ventilkegel vermindert werden.

Aus der gattungsbildenden DE 198 04 053 A1 ist ein hohles Leichtbauventil mit einem Schaft, einem Ventilkegel und einem Ventilteller bekannt, wobei Ventilkegel und Ventilteller gemeinsam einen Hohlraum bilden. Ventilkegel und Ventilteller sind dünnwandige Einzelteile, welche mittels Löten oder Schweißen miteinander und mit dem Ventilschaft verbunden sind. Um - insbesondere im Bereich des Ventilkegels - trotz der geringen Wandstärke eine hohe Festigkeit und Steifigkeit des Ventils zu erreichen, ist der Hohlraum des Ventils mit einer Stützkonstruktion versehen, welche den Ventiltellerdeckel gegenüber dem Schaft abstützt. Diese Stützkonstruktion

soll die Verformung des Ventilkopfes unter Last minimieren und Rissbildungen in Bereich des Ventilkopfes unterbinden.

In den in der DE 198 04 053 A1 gezeigten Ausführungsformen des Leichtbauventils sind Ventilkegel und Ventilteller mit Kehlnähten verbunden; als Schweißverfahren kommen hierfür insbesondere die gängigen Schmelzschweißverfahren wie z.B. WIG-, Laser- oder Elektronenstrahlschweißen - in Frage. Diese Schweißverfahren sind jedoch aufgrund der vergleichsweise hohen Wärmeentwicklung für den Einsatzfall dünnwandiger Ventilgeometrien nur bedingt einsetzbar, insbesondere dann, wenn der Hohlraum des Ventils mit einem metallischen Kühlmedium gefüllt ist: Wegen der räumlich dicht benachbarten Anordnung von Kühlmetall und Schweißfläche besteht nämlich in diesen Fällen die Gefahr, dass das Kühlmetall aufgeschmolzen wird und an die Schweißfläche gelangt, was eine erhebliche Reduktion der Festigkeit und der Dichtheit der Schweißung zur Folge haben kann. Um dieser Problematik zu entgehen, kann das Kühlmedium nachträglich - d.h. nach erfolgter Schweißung eingefüllt werden; dies geht jedoch einher mit einem zusätzlichen Verfahrensschritt des Verschließens des Hohlraums und ist daher sehr aufwendig. Ein weiterer Nachteil der obengenannten Schweißverfahren besteht darin, dass die Prozesszeiten (unter Berücksichtigung von Positionierung und Ausrichtung des Ventiltellers gegenüber dem Ventilkegel, ein eventuelles nachträgliches Einfüllen des Kühlmetalls und anschließendes Verschließen des Hohlraums) unwirtschaftlich lang sind. Für einige Materialkombinationen von Ventilteller und Ventilkegel wie z.B. für Teile aus Titanbasis-Legierungen ist bei Verwendung dieser Schweißverfahren außerdem Schutzgasatmosphäre oder Vakuum erforderlich, was den Herstellungsaufwand und somit die Kosten eines solchen Leichtbauventils weiter erhöht.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Leichtbauventil bereitzustellen, das einerseits eine hohe Stabilität gegenüber den thermischen und mechanischen Betriebsbelas-

tungen aufweist, andererseits einfach und kostengünstig herstellbar ist. Weiterhin liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein großserienfähiges Herstellungsverfahren für ein solches Leichtbauventil zur Verfügung zu stellen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 5 gelöst.

Danach besteht das Leichtbauventil aus einem Ventilkörper - der seinerseits den Ventilschaft und den hohlen Ventilkegel umfasst - und einem Ventiltellerdeckel, welcher mit Hilfe eines Press-Verbindungs-Schweißverfahrens mit dem Ventilkegel verbunden ist. Zwischen Ventilkegel und Ventiltellerdeckel ist in Zusammenbauform des Ventils ein gewichtsreduzierender Hohlraum ausgebildet, welcher mit einer Festigkeitserhöhenden Stützstruktur versehen ist.

Die Press-Verbindungs-Schweißverfahren haben - im Unterschied zu den gängigen Schmelzschweißverfahren - den Vorteil, dass diese Verfahren mit einer lokal eng begrenzten Erwärmung des Schweißbereichs einhergehen. Daher treten bei Verwendung dieser Verfahren vernachlässigbar geringe Verzüge der Werkstücke auf. Außerdem ist daher ein prozesssicheres Verschweißen der dünnwandigen Ventilkomponenten ohne die Gefahr einer Schwächung des Schweißbereiches (z.B. durch eine Verunreinigung der Schweißfläche durch aufgeschmolzenes Kühlmetall) möglich. Weiterhin lässt sich mit Hilfe dieser Verfahren ein weites Spektrum unterschiedlicher Werkstoffkombinationen schutzgasfrei verbinden. Ferner liegt bei den Press-Verbindungs-Schweißverfahren - im Gegensatz zum Schmelzschweißen - keine „Schweißbahn“ im eigentlichen Sinne des Wortes vor, entlang derer ein Schweißkopf geführt werden müsste; daher kann bei Nutzung eines materialverdrängenden Schweißverfahrens die Rotationssymmetrie des zu erzeugenden Ventils genutzt werden, um eine sehr einfache - und somit kostengünstige - hochgenaue Relativpositionierung der Einzelteile in der zum Einsatz kommenden Schweißvorrichtung zu erreichen.

Als Schweißverfahren zur Verbindung des Ventilkörpers mit dem Ventildeckel kommen insbesondere das Reibschweißen oder ein Widerstandspressschweißverfahren in Frage.

Beim Reibschweißen wird die zur Verschweißung des Ventiltellerdeckels mit dem Ventilkörper benötigte Wärme durch eine Relativbewegung der gegeneinander gepressten Einzelkomponenten erzeugt (siehe Anspruch 6). Hierzu wird beispielsweise der Ventilkörper in Rotation versetzt, während der Ventiltellerdeckel in einer axial verschiebbaren Vorrichtung fest eingespannt ist und gegen den rotierenden Ventilkörper gepresst wird. Beim Erreichen der zum Schweißen erforderlichen Temperatur und Plastizität wird der rotierende Ventilkörper abgebremst und gleichzeitig der Anpressdruck erhöht, so dass durch Stauchung des Ventilkörpers gegen den Ventiltellerdeckel eine Verschweißung der beiden Teile in einem ringförmigen Kontaktbereich erreicht wird. Die Schweißparameter (Drehzahl, Reibkraft, Brems- und Stauchzeitpunkt etc.) hängen dabei von der Werkstoffkombination und der Geometrie der Fügepartner im Schweißbereich ab.

Beim Widerstandspressschweißen (z.B. Buckelschweißen oder Kondensator-Entladungsschweißen) werden die zu verschweißenden Werkstücke - Ventilkörper und Ventiltellerdeckel - so in die Schweißvorrichtung eingespannt, dass sich die beiden Werkstücke entlang eines ringförmigen Kontaktbereiches berühren. Durch die (z.B. aufgrund der Entladung eines Kondensators) fließenden hohen Ströme werden Ventilkörper und Ventilteller in diesem Kontaktbereich miteinander verschweißt, so dass ein ringförmiger, durchgängiger Verbindungssteg zwischen den beiden Werkstücken gebildet wird (siehe Anspruch 7). Da der Schweißimpuls sehr kurz (beim Kondensator-Entladungsschweißen etwa 10 bis 15 Millisekunden) ist und da die Ströme in einen lokal eng begrenzten Bereich eingeleitet werden, tritt hierbei nur ein geringer Verzug des Werkstücks ein.

Sowohl beim Buckelschweißen als auch beim Kondensator-Entladungsschweißen hängt die Qualität des Schweißergebnisses wesentlich davon ab, dass zwischen Ventilkörper und Ventiltellerdeckel ein durchgehender ringförmiger Kontaktbereich gebildet ist, entlang dessen die lokale Materialerwärmung und Verschweißung erfolgt. In einer besonders einfach herstellbaren Ausführungsform weist der Ventiltellerdeckelrohling im Randbereich auf der dem Ventilkörper zugewandten Seite eine umlaufende Kante auf, welche in Zusammenbau mit dem Ventilkörper auf einen konisch geformten Bereich des Ventilkörpers trifft (siehe Anspruch 8). In einer weiteren einfach herzustellenden Ausgestaltung der Erfindung ist der Ventiltellerdeckelrohling mit einem abschnittsweise kegelförmigen Randbereich versehen, während der Ventilkörperrohling im Kontaktbereich des Ventiltellerdeckelrohlings eine Kante zwischen einem hohlzylindrischen und einem planaren Abschnitt aufweist (siehe Anspruch 9). In beiden Fällen trifft eine ringförmige Kante auf einen konisch geformten Gegenbereich, wodurch eine hochfeste ringförmige Schweißung erreicht wird.

Vorteilhafterweise wird zur Herstellung des Leichtbauventils ein einstückig ausgebildeter Ventilkörperrohling (umfassend einen Ventilschaft und einen Ventilkegel) verwendet (siehe Anspruch 2). Dies hat den Vorteil, dass zur Erzeugung des Ventilkörperrohlings kein zusätzlicher Verfahrensschritt zur Verbindung des Ventilschafts mit dem Ventilkegel notwendig ist; weiterhin entfällt bei einstückig ausgebildeten Ventilkörpern das Risiko einer Festigkeitsreduktion durch eine fehlerhafte Verbindung der Einzelteile.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Hohlraum zwischen Ventilkegel und Ventiltellerdeckel mit einem Kühlmedium befüllt, durch welches die Wärmeabfuhr aus den thermisch hochbelasteten Bereichen des Ventiltellerdeckels und der an ihn angrenzenden Zonen des Ventilkegels verbessert wird (siehe Anspruch 3). Als Kühlmedium wird insbesondere

Natrium verwendet. Hierbei nutzt man die gute Wärmeleitfähigkeit von Natrium, insbesondere aber den Transport der Wärme durch die Schüttelbewegung des Ventils im Betrieb, wodurch heißes Natrium in kühlere Bereiche transportiert wird, dort Wärme abgibt und abgekühlt wieder im heißeren Tellerbereich zur Wärmeaufnahme zur Verfügung steht. Anstelle von Natrium können auch andere Metalle mit niedrigem Schmelzpunkt wie z.B. Kalium oder Natrium-Kalium Legierungen verwendet werden.

Besonders vorteilhaft ist es, den Hohlraum im Inneren des Ventils bis in den Ventilschaft hinein zu erstrecken (siehe Anspruch 4). Dies bietet insbesondere dann große Vorteile, wenn der Hohlraum mit einem Kühlmedium befüllt ist, da in diesem Fall das Kühlmedium durch die Schüttelbewegung des Ventils vom heißen Bereich des Ventiltellers in das kühlere Schaftinnere transportiert werden kann, wo es - aufgrund der größeren Temperaturdifferenz eine besonders effektive Kühlung erfährt.

Im folgenden wird die Erfindung anhand mehrerer in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert; dabei zeigen:

Fig. 1a ein erfindungsgemäßes Leichtbauventil;  
Fig. 1b eine alternative Ausgestaltung des erfindungsgemäßen

Leichtbauventils;

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Verfahrensschritte bei der Herstellung des Leichtbauventils der Figur 1a: Ventilkörper-Rohling und Ventiltellerdeckel-Rohling ...

Fig. 2a ... vor dem Verschweißen;

Fig. 2b ... während des Verschweißens

Fig. 2c ... in fertig verschweißtem Zustand.



Fig. 3 eine alternative Ausgestaltung der zu verschweißen-  
den Rohlinge.

Figur 1a zeigt eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Leichtbauventils 1, bestehend aus einem Ventilkörper 2 und einem Ventiltellerdeckel 3, welche mittels eines Press-Verbindungs-Schweißverfahrens miteinander verschweißt sind. Der Ventilkörper 2 seinerseits besteht aus einem Ventilschaft 4 und einem hohlen Ventilkegel 5 und ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel einstückig ausgebildet. Ventilkegel 5 und Ventiltellerdeckel 3 gemeinsam bilden den sogenannten Ventilkopf 6. Zwischen dem Ventilkegel 5 und dem Ventiltellerdeckel 3 ist ein gewichtsoptimierender Hohlraum 7 ausgebildet. Eine im Hohlraum 7 angeordnete Stützstruktur 8 stützt den Ventiltellerdeckel 3 gegenüber dem Schaft 4 ab; im vorliegenden Fall ist die Stützstruktur 8 durch einen mittig im Hohlraum 7 angeordneten Stift 9 gebildet. Anstelle des in Figur 1 gezeigten einstückigen Ventilkörpers 2 kann auch ein aus mehreren Einzelteilen (z.B. unter Verwendung verschiedenen Werkstoffe für Schaft und Ventilkegel) zusammengesetzter Ventilkörper zum Einsatz kommen.

Der Ventiltellerdeckel 3 kann erfindungsgemäß z.B. mit Hilfe des Kondensator-Entladungsschweißens mit dem Ventilkegel 5 verschweißt sein. Die zugehörigen Verfahrensschritte sind schematisch in Figuren 2a bis 2c dargestellt. Dabei wird von einem Ventilkörper-Rohling 10 ausgegangen, der - wie in Figur 2a dargestellt - im Bereich des Ventilkegels 5 mit einem Innenhohlraum 11 versehen ist. Im Innenraum 11 des Ventilkegels 5 ist eine Stützstruktur 8 vorgesehen, welche eine vorgegebene Tiefe in den Innenraum 11 hineinragt. Auf der Wandung 12 des Innenhohlraums 11 ist ein konisch ausgestalteter Fügebereich 13 vorgesehen. Der Ventilkörper-Rohling 10 kann durch Umformung (Schmieden, Fließpressen etc.) und/oder durch spanende Bearbeitung hergestellt sein. - Als Fügepartner wird ein Ventiltellerdeckel-Rohling 14 verwendet, der im vorliegenden Beispiel die Form einer zylindrischen Scheibe 15 hat;

der auf dem Ventiltellerdeckel-Rohling 14 vorgesehene Fügebereich 16 hat somit die Form einer ringförmig umlaufenden Kante 17 mit rechtwinkliger Kontur.

Zum Verschweißen der beiden Fügepartner 10,14 wird der Ventiltellerdeckel-Rohling 14 in den Hohlraum 11 des Ventilkörper-Rohlings 10 eingesetzt; die umlaufende Kante 17 des Ventiltellerdeckel-Rohlings 14 liegt dabei linienförmig auf dem konischen Fügebereich 13 im Innenhohlraum 11 des Ventilkegels 5 auf. Dann wird mit Hilfe einer (in Figur 2b schematisch gestrichelt angedeuteten) Kondensator-Entladungsschweißvorrichtung 18 der Ventiltellerdeckel-Rohling 14 in den Innenraum 11 des Ventilkörper-Rohlings 10 hineingepresst (Pfeil 19 in Figur 2b) und gleichzeitig der im Stromkreis der Schweißvorrichtung 18 integrierte Kondensator entladen; aufgrund der dabei durch die Fügepartner 10,14 fließenden hohen Ströme verschweißt die Kante 17 mit dem ihr gegenüberliegenden Fügebereich 13 auf dem Ventilkörper-Rohling 10, so dass ein ringförmiger, durchgängiger Verbindungssteg 20 zwischen dem Ventiltellerdeckel-Rohling 14 und Ventilkörper-Rohling 10 gebildet wird und der zwischen den beiden Fügepartnern 10,14 gebildete Hohlraum 7 dicht gegenüber der Außenwelt verschlossen wird. Da der Schweißimpuls beim Kondensator-Entladungsschweißen mit 10 - 15 Millisekunden sehr kurz ist, tritt hierbei nur ein geringer Verzug der Fügepartner 10,14 auf. Die ebene Unterseite des Ventiltellerdeckel-Rohlings 14 gewährleistet eine große Kontaktfläche 21 mit dem Schweißstempel 22 der Kondensator-Entladungsschweißvorrichtung 18. Diese Kontaktfläche 21 liegt parallel zur ringförmigen Kante 17, was ein präzise gerichtetes und gleichmäßiges Aufdrücken der gesamten Kante 17 auf die gegenüberliegende Fügefläche 13 des Ventilkörper-Rohlings 10 gestattet. Da die Kontaktfläche 21 wesentlich größer ist als die (näherungsweise linienförmige) Auflagefläche der Kante 17 auf dem Fügebereich 13 des Ventilkörper-Rohlings 10, ist sichergestellt, dass die Materialerwärmung und -plastifizierung beim Schweißen prozesssicher an der Kante 17 erfolgt.

Der Konuswinkel 23 des konischen Fügebereiches 13 liegt vorzugsweise zwischen  $10^{\circ}$  und  $80^{\circ}$ . Der Durchmesser der Scheibe 15 ist so auf den Durchmesser und den Konuswinkel 23 des Fügebereiches 13 abgestimmt und die Schweißparameter (Stromstärke, Anpressdruck etc.) sind so gewählt, dass der Ventiltellerdeckel-Rohling 14 während des Verschweißens so tief in den Innenhohlraum 11 eindringt, dass er auf der Stützstruktur 8 aufliegt; damit ist sichergestellt, dass der Ventiltellerdeckel 3 im späteren Betrieb durch die Stützstruktur 8 gegenüber dem Ventilschaft 4 abgestützt wird.

Mittels Kondensator-Entladungsschweißens kann ein weites Spektrum unterschiedlicher Werkstoffe geschweißt werden, so dass der Werkstoff von Ventilkörper 10,2 und Ventiltellerdeckel 14,3 den anderweitig (z.B. funktionsseitig) gestellten Anforderungen entsprechend gewählt werden können. Insbesondere können alle bekannten Ventilwerkstoffe sowie z.B. Titanaluminide, Eisenaluminide, Metallmatrix-Verbundwerkstoffe, Titan- und Aluminiumlegierungen etc. eingesetzt und miteinander kombiniert werden. Das Verfahren ist somit insbesondere auch für Anwendungsfälle verwendbar, für die andere Schweißverfahren nicht oder nur unter Schwierigkeiten eingesetzt werden können.

Eine alternative Ausgestaltung der Fügebereiche 13',16' auf Ventilkörper-Rohling 10' und Ventiltellerdeckel-Rohling 14' ist in Figur 3 dargestellt: In diesem Fall hat der Fügebereich 16' auf dem Ventiltellerdeckel-Rohling 14' die Form eines Kegelstumpfes, während auf dem Ventilkörper-Rohling 10' eine umlaufende Kante 13' vorgesehen ist. Analog zum Beispiel der Figuren 2a und 2b ist der Kontaktbereich zwischen den beiden Rohlingen 10',14' auch hier durch eine ringförmig umlaufende Linienkontur gegeben. Neben den in Figuren 2a und 3 gezeigten Ausführungsbeispielen der Fügepartner 10,14 sind beliebige weitere geometrische Ausgestaltungen möglich; es muss dabei sichergestellt sein, dass sich die beiden Füge-

partner in Zusammenbaulage in einem ringförmig umlaufenden linienförmigen Kontaktbereich berühren.

Alternativ zum Kondensator-Entladungsschweißen können die beiden Fügepartner durch Buckelschweißen verbunden werden, wobei die umlaufende Kante 17,13' auf dem Ventilkörper-Rohling 10,10' bzw. Ventiltellerdeckel-Rohling 14,14' als zündungsinitiierender Buckel wirkt.

Weiterhin können die beiden Fügepartner durch Reibschweißen miteinander verbunden werden. In diesem Fall wird z.B. der Ventiltellerdeckel-Rohling 14 verdrehfest aber axial beweglich in der Reibschweißmaschine gehalten, während der Ventilkörper-Rohling 10 ortsfest rotierend gelagert und angetrieben ist. Zunächst wird der Ventiltellerdeckel-Rohling 14 mit anfänglich noch mäßiger Axialkraft an die konische Fügefläche 13 des Ventilkegels 5 angepresst, wobei der nahe der Kontaktzone liegende Werkstoff beider Teile sich reibungsbedingt erwärmt und dabei erweicht. Ist dann eine für das Schweißen geeignete Temperatur und in der Kontaktzone der Teile ein teigiger Zustand erreicht, so wird der rotierende Ventilkörper-Rohling 10 sehr rasch stillgesetzt und zugleich die Axialkraft des Ventiltellerdeckels-Rohlings 14 erhöht und dieser um einen gewissen Axialhub in den Innenhohlraum 11 des Ventilkegels 5 hineingepresst. Dabei verschweißen die Teile 10,14 an der Kontaktzone innig miteinander. - Im Gegensatz zu Buckel- und Kondensator-Entladungsschweißen braucht bei Verwendung des Reibschweißens die Kontaktfläche zwischen den beiden Fügepartnern 10,14 nicht linienförmig zu sein; vielmehr kann es - in Abhängigkeit von der Wanddicke und der Geometrie der Fügepartner 10,14 im Fügebereich - zweckmäßig sein, eine flächenhafte Kontaktzone vorzusehen.

Nach dem Verschweißen der Fügepartner 10,14 wird das Ventil 1 spanend bearbeitet; hierbei wird ein aus dem Ventilkegel 5 herausragender Bereich des Ventiltellerdeckel-Rohlings 14 auf das gewünschte Maß (gestrichelte Linie 24 in Figur 2c) abge-

tragen und eventuell noch verbleibende Schweißgrate etc. entfernt.

Eine alternative Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Leichtbauventils 1' ist in Figur 1b dargestellt: In diesem Fall erstreckt sich der Hohlraum 7' bis in den Ventilschaft 4' hinein. Die Stützstruktur 8 ist in diesem Ausführungsbeispiel durch mehrere Stifte 9' gebildet, welche äquidistant auf einem Kreisbogen angeordnet sind. Der Hohlraum 7' ist mit einem Kühlmedium 25 (z.B. Natrium) gefüllt, welches bei den gängigen Betriebstemperaturen des Ventils 1' im flüssigen Aggregatzustand vorliegt. Im Betrieb des Ventils 1' durchströmt das Kühlmedium 25 daher den Hohlraum 7' und unterstützt so die Wärmeabfuhr aus dem heißen Bereich des Ventilkopfes 6' in den kühleren Schaftbereich 4'. Zur Herstellung des Ventils 1' der Figur 1b wird der Innenraum 11 des Ventilkörper-Rohlings 10,10' zunächst mit Kühlmedium 25 befüllt und anschließend - mittels eines der oben beschriebenen Verfahren - mit dem Ventiltellerdeckel-Rohling 14,14' verschweißt. Zum Verschweißen wird das Kühlmedium entweder in festem Aggregatzustand in den Innenraum 11 des Ventilkörpers 10,10' eingedrückt und dort über die Stützstruktur 8 in Position gehalten, und/oder der Ventilkörper-Rohling 10,10' wird mit dem in seinem Innenraum 11 enthaltenen (flüssigen oder festen) Kühlmedium 25 während des Schweißens in einer solchen Weise vertikal ausgerichtet, dass das Kühlmedium 25 nicht ausfließen kann.

Die innere Stützstruktur 8 kann alternativ zu bzw. zusätzlich zu den in Figuren 1a und 1b gezeigten Stiften 9,9' auch ringförmig umlaufende Stützwände und/oder seitlich abragende Stützrippen aufweisen. Die Wanddicke des Ventilkegels 5 bzw. des Ventiltellerdeckels 3 kann - unter Einbeziehung der Gestaltung der Stützstruktur 8 - gezielt optimiert werden, um das Gewicht des Ventils 1,1' weiter zu reduzieren.

Patentansprüche

1. Leichtbauventil, insbesondere für einen Verbrennungsmotor, mit einem einen Ventilschaft und einen Ventilkegel umfassenden Ventilkörper und einem Ventiltellerdeckel, wobei Ventilkegel und Ventiltellerdeckel gemeinsam einen Hohlraum bilden und wobei in diesem Hohlraum eine Stützstruktur zur Abstützung des Ventiltellerdeckels gegenüber dem Ventilschaft vorgesehen ist,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass der Ventiltellerdeckel (3) mit dem Ventilkegel (5,5') mittels eines Press-Verbindungs-Schweißverfahrens verbunden ist.
2. Leichtbauventil nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass der Ventilkörper (2,2') einstückig ausgebildet ist.
3. Leichtbauventil nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass der Hohlraum (7,7') des Ventils (1,1') mit einem Kühlmedium (25), insbesondere mit Natrium, befüllt ist.
4. Leichtbauventil nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass sich der Hohlraum (7') in den Ventilschaft (4) hinein erstreckt.
5. Verfahren zur Herstellung eines Leichtbauventils, insbesondere für einen Verbrennungsmotor,  
- wobei ein Ventilkörperrohling, welcher einen Ventilschaft und einen abschnittsweise hohlen Ventilkegel um-

fasst, mit einem Ventiltellerdeckelrohling verschweißt wird,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass als Schweißverfahren ein Press-Verbindungs-Schweißverfahren eingesetzt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass als Schweißverfahren das Reibschweißen eingesetzt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass als Schweißverfahren ein Widerstandspressschweißverfahren, insbesondere das Buckelschweißen oder das Kondensator-Entladungsschweißen, eingesetzt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zum Verbinden des Ventilkörper-Rohlings (10) mit dem Ventiltellerdeckel-Rohling (14) ein mit einer Kante (17) versehener Fügebereich (16) des Ventiltellerdeckel-Rohlings (14) mit einer abschnittsweise konisch geformten Wandung (13) des Innenraums (11) des Ventilkörper-Rohlings (10) verschweißt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zum Verbinden des Ventilkörper-Rohlings (10') mit dem Ventiltellerdeckel-Rohling (14') ein abschnittsweise kegelstumpfförmiger Randbereich (17') des Ventiltellerdeckel-Rohlings (14') mit einer den Innenraum (11) begrenzende linienförmigen Kante (13') des Ventilkörper-Rohlings (10') verschweißt wird.

1/2

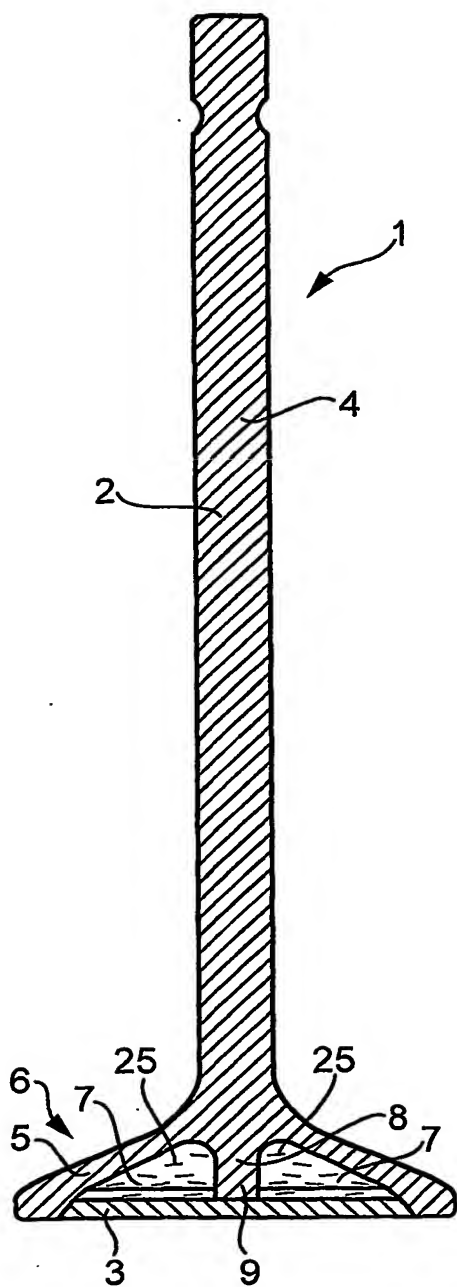


Fig. 1a

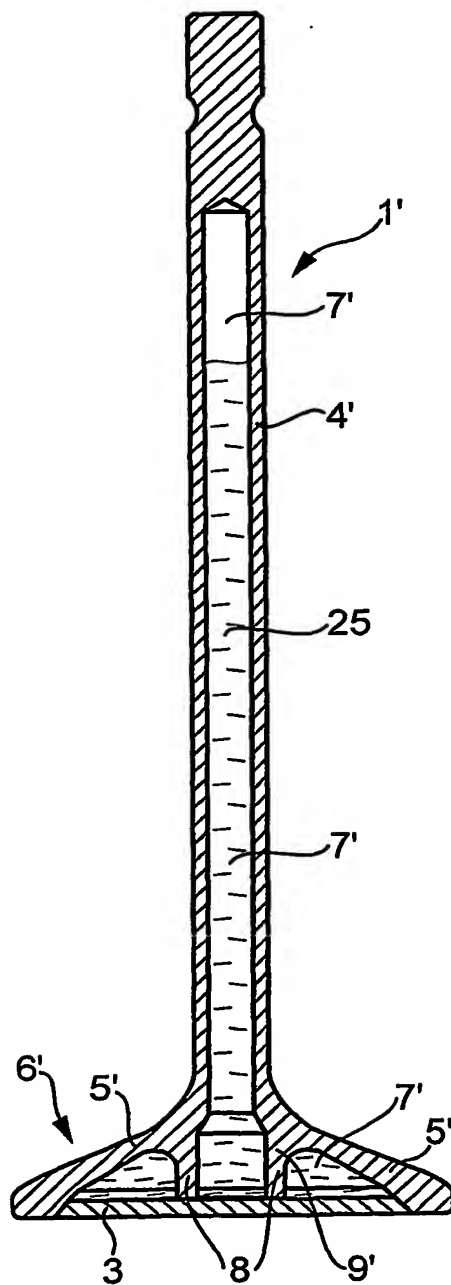
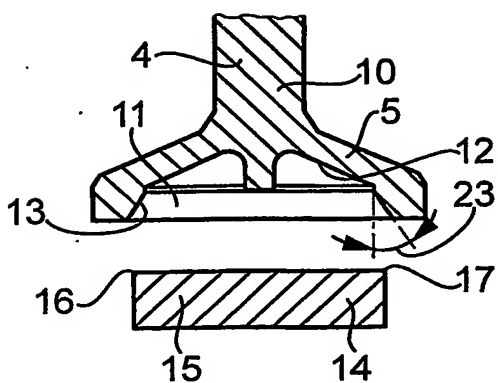
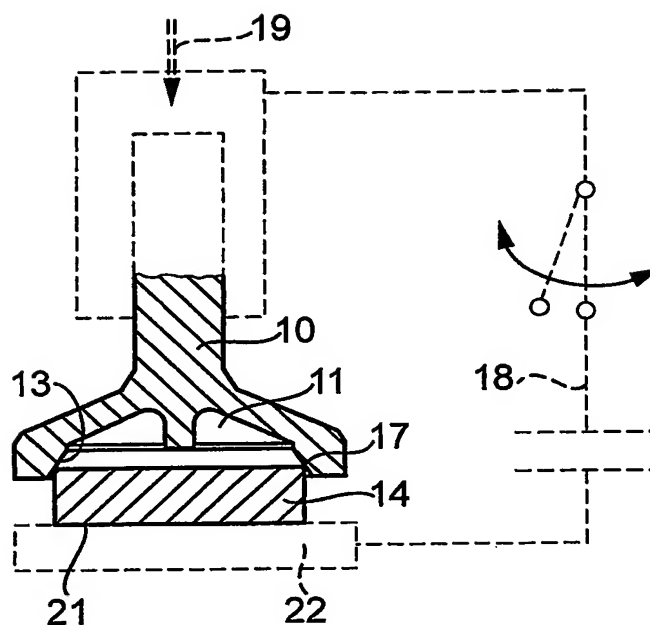


Fig. 1b

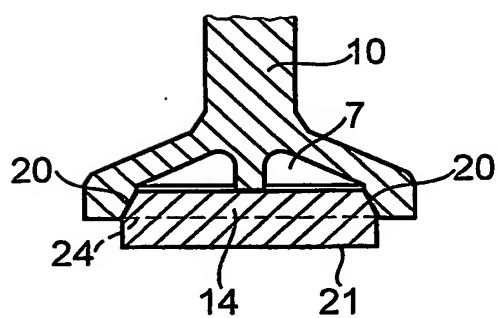




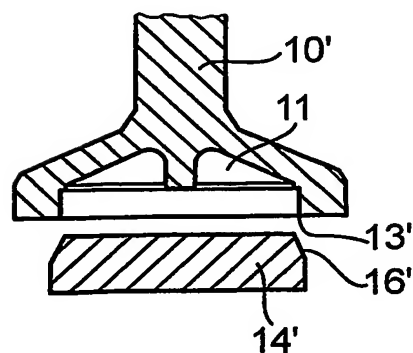
**Fig. 2a**



**Fig. 2b**



**Fig. 2c**



**Fig. 3**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat Application No

PCT/03/02178

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F01L3/14 B23P15/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01L B23P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 910 492 C (WILHELM SCHMIDT) 3 May 1954 (1954-05-03) the whole document	1-5
A	GB 532 184 A (BRITISH AERO COMPONENTS LTD; ERIC CARPENTER; HUBERT HARRY BROOKES) 20 January 1941 (1941-01-20) the whole document	1,5
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 08, 29 September 1995 (1995-09-29) & JP 07 119421 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 9 May 1995 (1995-05-09) abstract; figures	1,5
A	GB 683 057 A (GABRIEL JEUDI) 19 November 1952 (1952-11-19)	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 June 2003

Date of mailing of the international search report

25/06/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Klinger, T

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern:

Application No

PCT/EP03/02178

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 910492	C	03-05-1954	NONE	
GB 532184	A	20-01-1941	NONE	
JP 07119421	A	09-05-1995	NONE	
GB 683057	A	19-11-1952	NONE	

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern

:s Aktenzeichen

PCT

03/02178

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 IPK 7 F01L3/14 B23P15/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F01L B23P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 910 492 C (WILHELM SCHMIDT) 3. Mai 1954 (1954-05-03) das ganze Dokument	1-5
A	GB 532 184 A (BRITISH AERO COMPONENTS LTD; ERIC CARPENTER; HUBERT HARRY BROOKES) 20. Januar 1941 (1941-01-20) das ganze Dokument	1,5
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 08, 29. September 1995 (1995-09-29) & JP 07 119421 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 9. Mai 1995 (1995-05-09) Zusammenfassung; Abbildungen	1,5
A	GB 683 057 A (GABRIEL JEUDI) 19. November 1952 (1952-11-19)	

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. Juni 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

25/06/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Klinger, T

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern: Aktenzeichen

PCT/F 93/02178

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 910492	C	03-05-1954	KEINE	
GB 532184	A	20-01-1941	KEINE	
JP 07119421	A	09-05-1995	KEINE	
GB 683057	A	19-11-1952	KEINE	